

대한족부족관절학회지: 제11권 제1호 2007
J Korean Foot Ankle Soc, Vol, 11, No, 1, pp.51-56, 2007

난치성 족저 근막염의 체외충격파를 이용한 치료

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

최우진 · 이진우 · 곽윤해

Extracorporeal Shock Wave Therapy for the Treatment of Refractory Plantar Fasciitis

Woo-Jin Choi, M.D., Jin-Woo Lee, M.D., Yoon-Hae Kwak, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: The objective of this study was to report the outcomes of patients treated with extracorporeal shock wave therapy (ESWT) for refractory plantar fasciitis of the foot.

Materials and Methods: From November 2005 to October 2006, a total of sixty-two patients with refractory plantar fasciitis were treated with extracorporeal shock wave therapy. The main outcome measurements were visual analogue scale (VAS) and Roles and Maudsley score evaluated before treatment and at one and six months after treatment.

Results: Roles and Maudsley score was excellent (0%), good (6.4%), fair (35.4%) and poor (58.2%) before treatment which improved to excellent (56.5%), good (38.7%), fair (4.8%) and poor (0%) at final follow-up. VAS scores also significantly improved after ESWT ($p<0.05$). There was no statistically significant correlation between clinical results and body mass index (BMI) ($p=0.102$).

Conclusion: Extracorporeal shock wave therapy appears to be an effective and safe treatment modality for refractory plantar fasciitis and may help the patient to avoid surgery for refractory heel pain.

Key Words: Foot, Plantar fasciitis, Extracorporeal shock wave therapy (ESWT)

서 론

족저 근막염은 흔한 족부 질환의 하나로 만성적이며, 기능상 장애를 초래할 수 있으나 정확한 병리 기전은 밝혀진 바 없으며 이에 관하여 근위 근막 두께의 증가 및 혈류의 감소, 건 주위 염증 소견 및 통증 수용체의 변화 등이 환자의 증상을 유발하는 요소로 생각되어지고 있다¹⁷⁾. 이 외에도 외상, 적절치 못한 신발의 착용 및 비만, 장시간 서서 일하는 직업 등이 영향을 미칠 것으로 생각된다^{11,30)}. 그 원인으로는 근위부에서 족저 근막이 자극을 많이 받아 발생하게 되는데 우선 과체중의 환자에서 후족부가 회내전 상태로 되면서 족저 근막이 종지하는 부위에 자극을 받아서 발생하는 경우와 또 다른 기전으로는 체중 부하는 많지 않지만 근막

• Address for correspondence

Jin-Woo Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, #134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea

Tel: +82-2-2228-2190 Fax: +82-2-363-1139

E-mail: ljwos@yumc.yonsei.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2005년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

다발이 경직되면서 족저 근막에 자극이 많이 가는 유형으로 이 때는 걷거나 뛸 때 족근관절의 배측골극 대신 중족부나 전족부가 배측골극 되면서 족저 근막이 당겨져 종지하는 종골 내측부위의 염증성 반응을 일으키는 것으로 설명되고 있다^{4,5,20}. 그 외에도 내측 종골 신경의 자극 및 포착이나 후족부 내측부의 인대 및 신경 부위가 미세 외상에 반복적으로 노출이 되면서 통증이 발생한다는 주장도 있다²⁶. 특징적으로 환자가 아침에 첫 발을 디딜 때 통증이 가장 심하고 낮 동안 증상이 지속되거나 호전되며 일상생활을 하면서 더 악화되기도 한다. 방사선학적 검사상 전체의 약 50% 정도에서 석회화 및 종골의 골극(bony spur)을 보이게 되나 증상이 없는 환자의 약 20% 정도에서도 같은 변형을 보일 수 있으므로 진단적 가치는 낮다⁴. 중년의 남, 여에 같은 비율로 발생하는 것으로 알려져 있고 약 10%에서는 양측에 발생하며, 80% 이상에서 보존적 치료만으로 1년 이내에 호전이 된다^{25,26}. 이러한 자연 경과를 볼 때 대개의 환자들은 특별한 치료 없이도 증상이 호전되거나 보존적 치료를 시행 받은 환자의 약 10%에서 지속되는 통증을 호소하게 된다. 따라서 후족부 통증을 호소하는 환자에서 스트레칭 운동과 신발의 보정, 스테로이드 주사, 야간 보조기 및 비소염성 진통제 등의 치료를 시작하게 하며 이러한 보존적 치료에 증상의 호전을 보이지 않는 경우 족저 근막의 유리술 등의 수술적 치료를 고려하게 되나³⁰, 그 결과에 대해서는 저자들이 마다 득과 실에 대하여 다양한 보고들이 있다¹¹. 1998년 Martin 등¹⁶은 보존적 치료 시행 후 좋은 결과를 보고하였으나 만약 환자의 순응도가 낮고 약 12개월의 치료에도 효과가 없으면 다른 치료로 전환할 것을 제시하였으며, 수술적 치료는 통증의 재발, 신경 손상, 감염과 같은 합병증에 대한 충분한 환자 교육 후에 시행하도록 하였다. 이처럼 보존적 치료 후 호전이 없는 환자에서 수술적 치료의 단점을 보완할 수 있는 치료에 대한 필요성이 대두되었다.

1980년대 말부터 체외충격파가 다양한 근골격 질환에 적용이 되면서 1990년대 중반 이래로 족저 근막염, 어깨의 석회화 건염, 주관절의 외상과염 및 골절 후 불유합 등^{18,22,29}에 대하여 성공률이 약 48%에서 81%로 보고되었고³⁰ 현재 까지도 다양한 연구들이 진행되고 있다¹⁰. 1996년 Rompe 등²²이 처음으로 체외충격파를 족저 근막염 환자에 적용하여 좋은 결과를 보고한 이래, 2001년 Ogden 등¹⁷은 119명의 환자에서 12주 후에 47%의 성공률을 보여 미국 식약청(FDA)에서 통증성 후족부 질환에 대한 체외충격파 치료를 승인받은 바 있다. 그러나 모든 연구에서 좋은 결과를 보고한 것은 아니며, 대조군과 비교하여 그 효과가 뚜렷하지 않다는 보고도 있다^{4,8}. 현재에도 적용 방법에 있어 국소 마취

의 사용 여부, 에너지 정도의 차이, 충격과 발생 기전의 차이 등에 따른 비교 연구가 진행되고 있으나 확립된 바가 없는 실정이다. 본 연구에서는 적절한 보존적 치료 후에도 증상이 지속되는 난치성 족저 근막염 환자에서 체외충격파를 이용한 치료의 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2005년 11월부터 2006년 10월까지 후족부 통증을 주소로 내원하여 최소 3개월 이상의 보존적 치료에도 호전되지 않는 난치성 족저 근막염 환자 중 추시가 가능했던 62명의 환자를 대상으로 하였으며 양측에 병변이 있는 경우는 증상이 심한 일측만을 포함하였다¹⁾. 강직성 척추염 및 류마티스 관절염 등의 전신성 염증질환, 신경 포착 증후군, 아킬레스 건염, 출혈성 경향, 거골하 관절염 및 족부 변형에 의한 후족부 통증을 가진 환자 및 피부 병변이나 상처가 있는 환자들은 대상에서 제외하였다. 진단 방법으로는 병력 및 임상 증상, 단순 방사선 검사를 시행하였다.

임상적으로 족저 근막염의 진단은 종골 조면(calcaneal tuberosity)의 하내측(inferomedial)부의 압통을 기준으로 하였으며, 특징적으로 아침에 첫 발을 디딜 때와 오래 앉았다 일어설 때 통증이 심한 소견을 보였다. 단순 방사선 검사를 시행하여 종골의 골극 및 석회화 소견을 확인하였으나 진단의 기준에 포함하지는 않았다.

체외충격파 치료는 EvoTron[®] RFL0300 Edition v2.2 (HealthTronics, Kreuzlinger, Switzerland)를 이용하였고 외래에서 환자를 양와위로 눕힌 상태에서 국소마취 없이 외과용 윤활제를 접촉면에 바르고 시행하였다(Fig. 1). 환자는 1회의 체외충격파 치료시 R20 EvoTrode[®]를 이용하여 Energy Flux Density (EFD) 0.12 mJ/mm², Frequency 120 Impulses/minute와 총 1200회의 충격파를 받았으며 환자가 느끼는 통증 정도에 따라 Energy level을 E1에서 E4까지 조절하였다. 치료는 1회 시술 후 치료 효과가 50% 이하인 경우에^{14,17,28} 1개월 후 다시 시행하였고 최대 3회까지 시행하였다.

모든 환자의 임상적인 평가는 치료 전, 치료 후 1개월, 6개월의 Roles와 Maudsley 지수²¹를 계산하고 통증 정도는 Visual analogue scale (VAS, 10 point scale)을 이용하여 평가하였다. Roles와 Maudsley 지수는 통증이 없으며 환자가 치료에 만족하고 보행에 제한이 없을 때 우수, 증상이 상당히 호전되고 환자가 치료 결과에 만족하며 1시간 이상 통증 없이 보행이 가능하면 양호, 증상이 다소 호전되고 환자가 치료 전보다 통증에 잘 견디며, 치료에 다소 만족하는 경



Figure 1. Application of ESWT.

우 보통, 그리고 증상의 호전이 없거나 더욱 악화되고 환자가 치료 결과에 만족하지 못할 때 불량으로 평가하였다. VAS점수는 평상시, 밤에 잘 때, 손으로 눌렀을 때 그리고 아침에 일어나 첫 발을 디딜 때의 통증 정도를 측정하였다⁷⁾. 체중과 신장으로 Body mass index (BMI)를 계산하여 정상(18.5-24.9), 과체중(25-29.9) 및 비만(30 이상)의 세 군으로 분류하였고 임상적 결과와의 연관성을 알아보고자 하였다.

외래 추시 관찰 동안에 증상에 따라 아킬레스건 및 족저 근막 신장운동, 소염제, 종부 컵(heel cup) 등을 병행하도록 하였다. 통계 분석은 시기에 따른 VAS점수의 차이를 살펴보기 위하여 one way ANOVA를 이용하였으며 BMI에 따른 임상적 결과의 차이를 비교하기 위하여 Two way ANOVA를 이용하였다. 본 연구의 실증 분석은 유의수준 $p < 0.05$ 에서 검증하였으며, 통계 처리는 SPSSWIN 12.0 version을 사용하였다.

결 과

총 62명 중 남자는 18명, 여자는 44명이었으며, 평균 나이는 55세(23-82세)였다. 평균 추시 기간은 8.3개월

(6-15개월)이었으며 평균 시술 횟수는 환자 1인당 1.98회로 총 123예의 체외충격파 시술이 시행되었다. 본원에 내원하기 전까지의 평균 이환 기간은 9.2개월(6-36개월)이었다.

전체 62명의 환자 중 첫 번째 체외충격파 시행 후 증상이 50%이내의 호전을 보일 때 두 번째 체외충격파를 시행하여 23명의 환자가 2회의 치료를 받았으며, 19명의 환자에서는 3회의 시술을 받았다.

치료 전 평상시의 평균 VAS점수는 2.76 ± 2.58 이었고 치료 후 1개월에 1.54 ± 1.75 , 6개월에 0.60 ± 0.79 로 호전되었다($p=0.001$). 밤에 잘 때는 치료 전 1.43 ± 2.33 이었으며, 치료 후 1개월에 0.67 ± 1.48 , 6개월에 0.24 ± 0.64 이었다($p=0.002$). 손으로 눌러서 압통을 유발했을 때에는 치료 전 5.59 ± 2.71 에서 치료 후 1개월에 3.64 ± 2.23 이었으며 6개월에는 0.97 ± 0.78 로 감소하였다($p < 0.001$). 아침에 일어나 첫 발을 디딜 때는 치료 전 6.28 ± 2.73 , 치료 후 1개월에 2.92 ± 2.38 , 6개월에 0.48 ± 0.05 로 통계학적으로 유의한 통증의 완화를 보였다($p < 0.001$)(Table 1). Roles와 Maudsley 지수는 치료 전 우수는 없었고 양호 4명(6.4%), 보통 22명(35.4%), 불량 36명(58.2%)이었으며, 치료 후 1개월 추시 관찰에서 우수 22명(35.4%), 양호 27명(43.5%), 보통 10명(16.1%), 불량 3명(4.8%)으로 호전되었다. 최종 6개월 추시에서 우수 35명(56.5%), 양호 24명(38.7%), 보통 3명(4.8%)이었으며 불량을 보인 환자는 없었다(Table 2). 보통과 불량으로 나온 경우를 추가적인 치료가 필요한 것으로 하였을 때 59명(95.1%)에서는 추가적인 치료를 요하지 않았고 나머지 3명에서는 아킬레스건 및 족저 근막 신장운동, 소염제 등의 보존적인 치료를 지속하였다. 평균 BMI는 26.01 ($19.5-33.3$)이었으며 정상이 27명, 과체중이 23명, 비만이 12명이었다. 세 군 간에 VAS 점수와 Roles와 Maudsley 지수는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(VAS $p=0.102$, Roles와 Maudsley지수 $p=0.821$).

전 예에서 체외충격파 치료 중 혹은 치료 후에 부작용은 없었다.

Table 1. Results of Visual Analogue Scale Score

	Before treatment	1 month after treatment	6 months after treatment	p value
Usual time	2.76 ± 2.58	1.54 ± 1.75	0.6 ± 0.79	0.001
During sleeping	1.43 ± 2.33	0.67 ± 1.48	0.24 ± 0.64	0.002
Compression by finger	5.59 ± 2.71	3.64 ± 2.23	0.97 ± 0.78	<0.001
First step in the morning	6.28 ± 2.73	2.92 ± 2.38	0.48 ± 0.05	<0.001

고 찰

족저 근막은 종골의 내측에서 기원한 섬유 조직으로서 전족부에 다양한 조직과 섞여 부착하며, 내측, 중앙, 외측으로 나뉘어 주로 중앙부가 병적 문제를 유발하게 된다. 조직학적으로는 족저 근막 내 세포외기질은 콜라겐 및 탄성 섬유로 구성되며, 과부하로 인하여 탄성 섬유의 배열에 변화가 오면서 근막의 경직을 유발하게 된다. 족저 근막의 기능 상실은 급, 만성 후족부 통증을 유발하며 전체 후족부 통증의 90% 정도가 족저 근막염에 의한 것으로 추정된다¹⁾.

족저 근막염으로 진단된 환자에 있어 보존적 치료를 통한 증상의 호전은 약 90%에 달하는 것으로 보고되고 있으나 치료의 체계가 정립되어 있지는 않으며, 약제의 사용 및 기간 등에 관하여 의사의 경험과 환자의 경과에 의존하고 있는 실정이다^{16,19)}.

장기간의 보존적 치료에도 증상의 호전이 없는 경우에 수술적 치료로서 근막 절개가 시행되어 왔으나, 다양한 치료 결과와 합병증, 회복 기간의 장기화 등이 문제점으로 대두되었다. 이러한 보존적 치료와 수술적 치료가 갖는 단점을 보완하기 위해서 체외충격파 치료가 시작되었다. 체외충격파를 이용한 시술은 수술적 치료에 비하여 여러 가지 장점을 가지고 있는데 첫 번째는 비침습적 방법이기 때문에 수술 후 동반될 수 있는 합병증이 없으며, 두 번째로 환자가 시술 후 일상에 즉시 복귀할 수 있고, 수술적 치료와 비슷한 치료 효과를 보인다는 점이다³⁰⁾. 뿐만 아니라 경제적인 면에서도 수술적 치료와 비교하여 부담이 적다는 장점을 가지고 있다³¹⁾.

체외충격파 치료의 정확한 기전은 밝혀진 바 없으나 국소 통증 인자에 작용하여 축색의 과도한 흥분 상태를 유발함으로써 반사적인 진통 효과를 유발한다는 주장 및 세포 변화와 함께 성장 인자나 아산화질소(nitrous oxide)의 분비를 통한 염증 반응으로 증상의 호전이 나타난다고 하며 손상된 혈관 조직의 재생을 촉진하고 손상된 조직의 치유를 가져온다고 알려져 있다^{27,31,32)}. 충격파 발생 양식에 따라 다양한 방법이 있으나 1999년 Fuselier 등⁷⁾은 전기수압 방식(electro-hydraulic type)이 전자기 방식(electromagnetic type) 및 압전기 방식(piezoelectric type)에 비하여 월등한 것으로 보고한 바 있고 본 연구에서도 전기 수압 방식(electro-hydraulic type)을 적용한 기기를 사용하였다. 또한 EvoTron[®]은 적은 공간에서도 사용이 가능하며 이동이 간편하다는 장점을 가지고 있다.

체외충격파로 인하여 신생혈관의 증가가 나타날 수 있다는 동물 실험결과가 보고되면서 국소 마취제가 신생혈관의

Table 2. Follow up Results of Roles and Maudsley Score

	Before treatment	1 month after treatment	6 months after treatment
Excellent	0	22 (35.4%)	35 (56.5%)
Good	4 (6.4%)	27 (43.5%)	24 (38.7%)
Fair	22 (35.4%)	10 (16.1%)	3 (4.8%)
Poor	36 (58.2%)	3 (4.8%)	0

발현을 억제하는 긍정적 작용을 한다는 주장이 있는 반면에 국소 마취제를 사용함으로써 통증이 가장 심한 부위에 대한 충격파의 집중(focusing) 및 위치선정(targeting)에 장애가 될 수 있어 논의의 대상이 되고 있다⁶⁾. 본 연구에서는 저에너지의 체외충격파를 이용하였는데 이 과정에서 국소 마취제를 사용한 예는 없었다. 한편 저에너지의 체외충격파를 적용한 경우에도 환자에게 불편감을 유발한다는 보고도 있으나 본 연구에서는 시술 과정에 불편감이나 통증으로 인하여 시술을 포기한 경우는 없었다. 고에너지의 사용을 주장하는 사람들은 1회의 시술로 끝날 수 있으며³⁰⁾, 치료 효과도 우수하다고 보고하고 있으나 국소 마취의 사용이 필요한 단점이 있다.

체외충격파를 이용한 족저 근막염의 치료는 현재에도 여러 가지 프로토콜이 시도되고 있으며, 모드의 종류, 횟수, 에너지 강도, 충격파의 발생 양식, 마취제의 사용 여부 등에 따른 적절한 치료 방침의 확립이 필요할 것으로 사료된다^{2,3,8,9,13-15,18,23,24,28)}.

본 연구는 족저 근막염이라는 단일 진단에 대하여 비교적 많은 수의 환자를 대상으로 시행한 연구 결과이지만, 연구의 대상이 체외충격파 치료를 받기 전에 스트레칭 운동과 비소염성 진통제 등의 보존적 치료를 함께 받은 환자들이었다는 점을 제한점으로 생각해 볼 수 있다. 이를 보완하기 위해서 3개월 이상의 적절한 보존적 치료에도 별다른 호전이 없었던 환자를 대상으로 하였으며 체외충격파 치료만의 효과를 평가하기 위해서는 보존적 치료만을 받은 군과의 환자군-대조군 연구(case-control study)가 필요할 것이다. 다른 한계점으로는 치료의 결과가 객관화된 지표가 아닌 환자의 주관적 증상이었다는 점, 장기적 추시 관찰이 이루어지지 않았다는 점, 치료 후 환자의 활동성을 고려하지 않은 점 등이다. 그러나 1년 내에 대부분이 호전되는 질병의 자연 경과를 고려할 때 장기적 추시 결과가 치료에 의한 경과와 감별이 쉽지 않으며^{14,25,26)} 체외충격파가 치유를 촉진시킨다는 사실을 확인하는 것은 단기 추시만으로 충분하리라 생각한다. 따라서 본 연구는 국내에서 처음 발표되는 체외충격파를 이용한 족저 근막염의 치료결과라는 점에서 의의가 있으며, 시술 과정에서 중요한 합병증의 발생이 없는 치료 수

단으로서 앞으로 다양한 방법을 적용한 비교 연구를 통하여 한국인에 맞는 적절한 프로토콜의 정립이 필요할 것으로 생각된다.

결 론

보존적 치료에 반응하지 않는 만성적인 족저 근막염에서 체외충격파 치료는 효과적이고 안전한 시술이며, 수술의 전 단계에 합병증 없이 시행할 수 있는 비침습적 치료이다.

REFERENCES

1. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabhakaran V and Forbes A: Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. *JAMA*, 288: 1364-1372, 2002.
2. Chen HS, Chen LM and Huang TW: Treatment of painful heel syndrome with shock waves. *Clin Orthop Relat Res*, 387: 41-46, 2001.
3. Chow IH and Cheing GL: Comparison of different energy densities of extracorporeal shock wave therapy(ESWT) for the management of chronic heel pain. *Clin Rehabil*, 21: 131-141, 2007.
4. DiGiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, et al: Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg*, 85-A: 1270-1277, 2003.
5. Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ and Sharkey NA: Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. *J Bone Joint Surg*, 86-A: 546-552, 2004.
6. Furia JP: High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for insertional Achilles tendinopathy. *Am J Sports Med*, 34: 733-740, 2006.
7. Fuselier HA, Prats L, Fontenot C and Gauthier A: Comparison of mobile lithotripters at one institution: healthtronics lithotron, Dornier MFL-5000, and Dornier Doli. *J Endourol*, 13: 539-542, 1999.
8. Gerdesmeyer L, Wagenpfeil S, Haake M, et al: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff: a randomized controlled trial. *JAMA*, 290: 2573-2580, 2003.
9. Haake M, Buch M, Schoellner C, et al: Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. *J Bone Joint Surg*, 84-A: 1982-1991, 2003.
10. Haake M, Konig IR, Decker T, Riedel C, Buch M and Muller HH: Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg*, 84-A: 1982-1991, 2002.
11. Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Kohn D and Seil R: Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis: a 2-year follow-up. *Foot Ankle Int*, 24: 823-828, 2003.
12. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS and Sanders ME: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 15: 349-353, 1994.
13. Kudo P, Dainty K, Clarfield M, Coughlin L, Lavoie P and Lebrun C: Randomized, placebo-controlled, double-blind clinical trial evaluating the treatment of plantar fasciitis with an extracorporeal shockwave therapy (ESWT) device: a north American confirmatory study. *J Orthop Res*, 24: 115-123, 2006.
14. Malay DS, Pressman MM, Assili A, et al: Extracorporeal shockwave therapy versus placebo for the treatment of chronic proximal plantar fasciitis: results of a randomized, placebo-controlled, double-blinded, multicenter intervention trial. *J Foot Ankle Surg*, 45: 196-210, 2006.
15. Martini L, Giavaresi G, Fini M, Borsari V, Tomicelli P and Giardino R: Early effects of extracorporeal shock wave treatment on osteoblast-like cells: a comparative study between electromagnetic and electrohydraulic devices. *J Trauma*, 61: 1198-1206, 2006.
16. Martin RL, Irgang JJ and Conti SF: Outcome study of subjects with insertional plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*, 19: 803-811, 1998.
17. Ogden JA, Alvarez R, Levitt R, Cross GL and Marlow M: Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis. *Clin Orthop Relat Res*, 387: 47-59, 2001.
18. Ogden JA, Alvarez RG, Levitt RL, Johnson JE and Marlow ME: Electrohydraulic high-energy shock-wave treatment for chronic plantar fasciitis. *J Bone Joint Surg*, 86-A: 2216-2228, 2004.
19. Pfeffer G, Bacchetti P, Deland J, et al: Comparison of custom and prefabricated orthoses in the initial treatment of proximal plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*, 20: 214-221, 1999.
20. Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P, Johnson RE: Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *J Bone Joint Surg*, 85-A: 872-877, 2003.
21. Roles NC and Maudsley RH: Radial tunnel syndrome: resistant tennis elbow as a nerve entrapment. *J Bone Joint Surg*, 54-B: 499-508, 1972.
22. Rompe JD, Kirkpatrick CJ, Kullmer K, Schwitalle M and Kirschek O: Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis. A sonographic and histological study. *J Bone Joint Surg*, 80-B: 546-552, 1998.
23. Rompe JD, Meurer A, Nafe B, Hofmann A and Gerdesmeyer L: Repetitive low-energy shock wave application without local anesthesia is more efficient than repetitive low-energy shock wave application with local anesthesia in the treatment of chronic plantar fasciitis. *J Orthop Res*, 23: 931-941, 2005.

24. **Rompe JD, Schoellner C and Nafe Bernhard:** *Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. J Bone Joint Surg, 84-A: 335-341, 2002.*
25. **Sadovsky R:** *Plantar fascia stretching program for chronic heel pain. Am Fam Physicial, 69: 961, 2004.*
26. **Schepsis AA, Leach RE and Gorzyca J:** *Plantar fasciitis, etiology, treatment, surgical results, and review of the literature. Clin Orthop Relat Res, 266: 185-196, 1991.*
27. **Speed CA:** *Extracorporeal shock-wave therapy in the management of chronic soft-tissue conditions. J Bone Joint Surg, 86-B: 165-171, 2004.*
28. **Speed CA, Nichols D, Wies J, et al:** *Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomized controlled trial. J Orthop Res, 21: 937-940, 2003.*
29. **Srirangam SJ, Manikandan R, Hussain J, Collins GN and O'Reilly PH:** *Long-term results of extracorporeal shockwave therapy for Peyronie's disease. J Endocrinol, 20: 880-884, 2006.*
30. **Theodore GH, Buch M, Amendola A, Bachmann C, Fleming LL and Zingas C:** *Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of plantar fasciitis. Foot Ankle Int, 25: 290-297, 2004.*
31. **Thiel M:** *Application of shock waves in medicine. Clin Orthop Relat Res, 387: 18-21, 2001.*
32. **Wang CJ, Wang FS, Yang KD, et al:** *Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. J Orthop Res, 21: 984-989, 2003.*